

**RAUTATIEN MAARAKENNUSTÖIDEN YLEINEN  
TYÖSELITYS JA LAATUVAATIMUKSET  
(RMYTL)**

**1 YLEINEN OSA**

**RAUTATIENTEN MAARAKENNUSTÖIDEN YLEINEN  
TYÖSELITYS JA LAATUVAATIMUKSET  
(RMYTL)**

**1 YLEINEN OSA**

**RHK**  
RATAHALLINTOKESKUS  
KAIVOKATU 6, PL 185  
00101 HELSINKI

PUH. (09) 5840 5111  
FAX. (09) 5840 5140  
SÄHKÖPOSTI: tek@rhk.fi

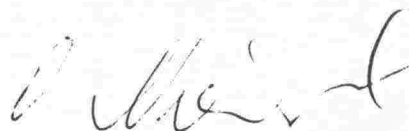
ISBN 952-445-040-2  
ISSN 1456-1220

10.11.2000

**RAUTATIEN MAARAKENNUSTÖIDEN YLEINEN TYÖSELITYS JA  
LAATUVAATIMUKSET (RMYTL)**

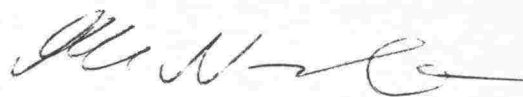
**Ratahallintokeskus on hyväksynyt RMYTL:n osan 1 Yleinen osa.  
Voimassa 1.12.2000 lukien.**

Ylijohtaja



Ossi Niemimuukko

Teknisen yksikön päällikkö



Markku Nummelin

**Korvaa seuraavan julkaisun:**

- Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys (RMYT), Yleinen osa



## ESIPUHE

Julkaisusarjan "Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset" yleinen osa on tehty Ratahallintokeskuksen ohjauksessa. Työryhmässä ovat olleet mukana Pasi Leimi RHK:sta, Erkki Collan ja Jouko Suomalainen Oy VR-Rata Ab:stä, Kari Sorjonen Suoraplan Oy:stä, Seppo Suhonen Jaakko Pöyry Infrausta sekä Kalle Linkola ja Harri Mäkelä Innogeo Oy:stä.

Helsingissä, marraskuussa 2000

Ratahallintokeskus  
Tekninen yksikkö

## SISÄLLYSLUETTELO

1.0 RMYTL:N RAKENNE JA YLEISET VAATIMUKSET	3
1.0.1 RMYTL:n rakenne ja asema	3
1.0.2 Noudatettavat asiakirjat	3
1.0.3 Määritelmiä	3
1.1 YMPÄRISTÖ	5
1.1.1 Ympäristönsuojelu	5
1.1.2 Ympäristöriskien hallinta	6
1.1.3 Ympäristön tarkkailu	6
1.1.4 Pohjaveden hallinta	6
1.1.5 Rakennusalueiden kunnostaminen	6
1.1.6 Läjitysalueet ja maanottopaikat	7
1.2 POHJATUTKIMUKSET JA MITTAUKSET	8
1.2.1 Tutkimukset	8
1.2.1.1 Painokairaus	9
1.2.1.2 Tärykairaus	9
1.2.1.3 Puristinkairaus	10
1.2.1.4 Heijarikairaus	10
1.2.1.5 Porakonekairaus	10
1.2.1.6 Siipikairaus	11
1.2.1.7 Näytteenotto	11
1.2.1.8 Pohjavesihavainnot	11
1.2.2 Tutkimusten esittäminen	12
1.2.3 Mittaukset	13
1.3 LAADUNVARMISTUS	14
1.3.1 Rakennustuotteet ja -materiaalit	14
1.3.1.1 Teolliset tuotteet	14
1.3.1.2 Maa- ja kiviainekset	14
1.3.2 Valmiit rakenteet	15
1.3.2.1 Yleistä	15
1.3.2.2 Kantavuusmittaukset	15
1.3.2.3 Tiiviysmittaukset	16
1.3.2.4 Tiiviystarkkailu työtapamenetelmällä	17
1.3.2.5 Valvontakairaukset	17
1.4 MAALAJILUOKITUS	18
1.4.1 Määritelmiä	18
1.4.2 Maalajiryhmät	19
1.4.3 Kivennäismaalajien lajitteet	19
1.4.4 Maalajien nimitykset	20
1.4.5 Maalajinimien tarkennus	20
1.4.6 Kantavuusluokitus	23
1.4.7 Routivuuden määrittäminen	23
1.4.7.1 Arviointi kapillaarisen nousukorkeuden perusteella	23
1.4.7.2 Arviointi rakeisuuden perusteella	24

VIITTEET ..... 25

## 1.0 RMYTL:N RAKENNE JA YLEISET VAATIMUKSET

### 1.0.1 RMYTL:n rakenne ja asema

Julkaisusarjaa "Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset" noudatetaan rautatiealueella tehtävissä maarakennustöissä, jos työkohtaisessa työselityksessä ei työn suorittamisesta muuta määrätä. Nimilyhennys on RMYTL. Ratahallintokeskus (RHK) hyväksyy RMYTL:n.

RMYTL /1/ sisältää seuraavat osat:

- osa 1 "Yleinen osa"
- osa 2 "Alustavat työt"
- osa 3 "Perustamis- ja vahvistamistyöt"
- osa 4 "Kuivatustyöt"
- osa 5 "Maaleikkaus- ja pengerrystyöt"
- osa 6 "Kalliorakennustyöt"

RMYTL:n osissa esitetyt vaatimukset ovat vähimmäisvaatimuksia työn ja materiaalien laadulle sekä laadunvalvontamenetelmille ja -määrille.

Maarakennustöissä suunnittelussa ja toteutuksessa noudatettavien teknisten asiakirjojen pätemisjärjestys on seuraava:

- ratatekniset määräykset ja ohjeet RAMO /2/
- työkohtainen työselitys
- rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset RMYTL
- muut tekniset yleisasiakirjat.

Töiden sisältö ja laajuus määritellään aina urakkaohjelmassa.

### 1.0.2 Noudatettavat asiakirjat

Päivitetty luettelo noudatettavista asiakirjoista on esitetty RHK:n Internet-sivuilla osoitteessa: [www.rhk.fi](http://www.rhk.fi).

### 1.0.3 Määritelmiä

RMYTL:ssä käytetään seuraavia määritelmiä:

**Kelpoisuuskirja** on urakoitsijan työn aikana kokoama asiakirja, jossa ovat kohteen kaikki laatutositteet ja toteutumapiirustukset. Kelpoisuuskirja kootaan vähintään RMYTL:n vaatimassa laajuudessa ja se luovutetaan rakennuttajalle työn valmistuttua.

**Rata** käsittää:

- yhden tai useamman raiteen
- raiteiden tukikerroksen
- kaikki maaston pinnanmuodostuksen tasaamiseksi tarvittavat rakenteet, kuten penkereet ja leikkaukset, veden poisjohtamiseksi

- tarvittavat ojat, roudan torjumiseksi ja radan vakavoittamiseksi sekä raiteen kannattamiseksi tarvittavat rakenteet
- kaikki radan rakenteeseen kuuluvat ja liikenteen hoitamiseen tarvittavat erikoisrakenteet ja -laitteet, kuten sillat, rummut, turvalaitteet ja sähköistyksen vaatimat laitteet.

**Rautatie** käsittää:

- yksi- tai useampiraiteisen radan
- kaikki rakennukset ja laitteet, jotka tarvitaan liikenteen hoitamiseksi ja turvaamiseksi
- kaikki alueet, jotka tarvitaan rataa, rakennuksia ja laitteita sekä liikenteen hoitamista ja kaikkea siihen liittyvää toimintaa varten.

**Rautatiealue** on RHK:n hallitsema maa-alue.

**Työ- ja laatusuunnitelma** on urakoitsijan maarakennustyöstä laatima asiakirja, jossa urakoitsija esittää toimenpiteensä työkohtaisessa työselityksessä vaadittujen laatukriteerien täyttämiseksi. Työ- ja laatusuunnitelma tehdään vähintään RMYTL:n vaatimassa laajuudessa ja hyväksytetään rakennuttajalla ennen töiden aloittamista.

**Työkohtainen työselitys** on tiettyyn työkokonaisuuteen tai työvaiheeseen liittyvä työselitys sekä sitä täydentävät suunnitelmapiirustukset ja mitoituslaskelmat liitteineen.



## 1.1 YMPÄRISTÖ

### 1.1.1 Ympäristönsuojelu

Ratahallintokeskus opastaa koko henkilöstöään toimimaan ympäristön kannalta vastuullisella tavalla ja edellyttää myös yhteistyökumppaneiltaan ympäristöasioiden huomioon ottamista. Käytännön työssä ympäristön huomioon ottaminen ja suojelu alkaa jokaisen itsenäisen työntekijän toiminnasta.

Rakennustyöt on toteutettava siten, ettei niiden vaikutusalueella olevaa maisemaa, ympäristöä ja kasvillisuutta tarpeettomasti turmella tai pilata. Töiden suunnittelussa ja toteutuksessa on noudatettava ympäristönsuojelulain (86/2000) periaatteita.

Säilytettävät rakennukset, rakenteet ja kasvillisuus suojataan työmaatoimintojen ja -liikenteen haittavaikutuksilta. Suojauksia on käsitelty RMYTL:n osassa 2 "Alustavat työt". /1/

Vaihtoehtoisista työmenetelmistä valitaan mahdollisuuksien mukaan ympäristöystävällisin.

Työkoneet on pidettävä työn aikana sellaisessa kunnossa, ettei niistä valu tai muuten leviä haitallisia aineita ympäristöön. Työkoneiden työmaalla tapahtuvan huollon ympäristöhaitat tulee estää. Työmaalla tilapäisesti varastoitavien poltto- ja voiteluaineiden säilytyksessä noudatetaan viranomaisten ohjeita ja määräyksiä.

Melua ja tärinää aiheuttavasta tilapäisestä toiminnasta on tehtävä kirjallinen meluilmoitus kunnan ympäristöviranomaiselle viimeistään 30 vuorokautta ennen työhön ryhtymistä. Ilmoitusta ei tarvitse tehdä, jos kyseessä on ympäristölupaa edellyttävä toiminta. Ympäristöön kohdistuvaa meluhaittaa voidaan pienentää tapauskohtaisesti esimerkiksi sijoittamalla työmaaparakit "meluaidaksi" melulähteen ja asutuksen väliin.

Syntyvä rakennus-, pakkaus- yms. jäte toimitetaan viranomaisten hyväksymälle sijoituspaikalle. Jätteiden lajittelu ja kierrätys järjestetään, milloin se on teknisesti mahdollista ja taloudellisesti järkevää. Edellä mainitut seikat koskevat myös talousjätettä. Ongelmajätteet käsitellään viranomaisten ohjeiden mukaan.

Vesistöjä samentavat rakennustyöt, kuten ruoppaus, ajoitetaan vuodenaikaan, jolloin niistä aiheutuvat haitat ympäristölle ja eliöstölle sekä vesialueen virkistyskäytölle ovat mahdollisimman vähäiset.

Suunnitteluvaiheessa saastuneeksi todetut tai ennakoitavat maamassat käsitellään työkohtaisen työselityksen mukaan.

### 1.1.2 Ympäristöriskien hallinta

Rakennustyössä ympäristölle aiheutuvat riskit on pyrittävä ennakoimaan riskikartoituksella jo suunnitteluvaiheessa ja esittämään ne työkohtaisessa työselityksessä. Riskikartoituksen paikkansapitävyys tarkistetaan työmaalla.

Työn aikana saastuneeksi todetut maamassat käsitellään työkohtaisen työselityksen, työn aikana annettavien kirjallisten ohjeiden sekä viranomaisten ohjeiden mukaan.

### 1.1.3 Ympäristön tarkkailu

Työkohtaisessa työselityksessä määrättyjen tarkkailutoimenpiteiden, esimerkiksi siirtymämittausten, lisäksi urakoitsijan on työn aikana tarkkailtava silmämääräisesti työmaan ympäristöä ja siinä mahdollisesti tapahtuvia muutoksia. Muutoksia havaittaessa urakoitsijan tulee ryhtyä välittömiin tilanteen vaatimiin toimenpiteisiin mahdollisten vahinkojen estämiseksi tai jo tapahtuneiden vahinkojen laajuuden minimoimiseksi. Muutoksista on ilmoitettava välittömästi rakennuttajalle.

### 1.1.4 Pohjaveden hallinta

Pohjaveden korkeusaseman tarkkailusta ja tarkkailtavan alueen laajuudesta määrätään työkohtaisessa työselityksessä.

Jos työalueen läheisyydessä on pohjavesikaivoja, joiden veden määrän tai laadun voidaan olettaa kärsivän rakennustyön takia, työkohtaisessa työselityksessä on määriteltävä tarkkailtavat kaivot sekä niistä tarkkailtavat ominaisuudet ja tarkkailuajankohdat.

Paikalliseen ympäristöviranomaiseen tulee ottaa yhteyttä työskennellessä pohjavedenottamon alueella.

Sekä työnaikaisesta että pysyvästä pohjavedenalennuksesta laaditaan erillinen pohjavedenhallintasuunnitelma. Suunnitelma on tarpeellinen etenkin pehmeikköalueilla, joilla sijaitsee maanvaraisia tai erilaisilla perustusrakenteilla olevia rakenteita, koska pohjaveden pysyvä aleneminen saattaa vaurioittaa rakenteita ja aiheuttaa pitkällä aikavälillä huomattavia aineellisia vahinkoja. Alenemisen vaikutus kasvillisuuden elinolosuhteisiin on myös otettava huomioon.

### 1.1.5 Rakennusalueiden kunnostaminen

Ennen rakennustöiden päättymistä urakoitsija kunnostaa ja viimeistelee työ- ja laatusuunnitelman mukaisesti kaikki ne alueet ympäristöineen, joihin rakennustyöllä on ollut vaikutusta tai joita työn aikana on käytetty.

Väliaikaisten rakennusten ja rakenteiden perustukset on poistettava sekä tukikohta- ja varastoalueet siistittävä. Rautatiealueen ulkopuolelta purettujen

rakennusten ja rakenteiden näkyvät osat on poistettava ja alueet tasattava niin, että ne sulautuvat ympäröivään maisemaan. Radan alle jäävät rakentamisen aikaiset rakenteet on poistettava tasoon kv – 1,4 m saakka.

Työmaaliikenteen käytössä olleet kevyen liikenteen väylät ja yksityiset tiet on saatettava vähintään siihen kuntoon, missä ne olivat ennen rakennustyön aloittamista.

Työmaaliikennettä varten rakennetut ja työn päättyessä tarpeettomiksi jääneet tiet on poistettava tai peitettävä ja verhoiltava sekä istutettava alkuperäistä maisemaa vastaaviksi.

#### 1.1.6 Läjitysalueet ja maanottopaikat

Ylijäämämassat läjitetään työkohtaisessa työselityksessä osoitetuille läjitysalueille. Massat on läjitettävä siten, että mahdollinen humusmaa ja ruokamulta jäävät päällimmäiseksi. Näin läjityksen kasvukerroksen kasvu käynnistyy mahdollisimman nopeasti, vaikka erillisiä kylvö-, istutus- ja lannoitustoimenpiteitä ei tehtäisikään. Maisemallisesti myönteisen vaikutuksen lisäksi elinvoimainen kasvillisuus suojaa läjitystä myös eroosiolta.

Läjitysmassojen sijoittelu tehdään hyväksytyn suunnitelman mukaan. Massat sijoitetaan ja muotoillaan maisemakokonaisuuteen sopiviksi. Läjitystä on käsitelty julkaisussa "Läjitysalueohje". /3/

Rakennustöiden esimerkiksi pohjaantäytön vuoksi ylösnousseet massat on tasattava maisemaan sopiviksi.

Lisämaanottopaikat maisemoidaan lupaehtojen mukaisesti.



1.2 POHJATUTKIMUKSET JA MITTAUKSET

1.2.1 Tutkimukset

Ratapenkereiden pohjatutkimuksia on tehty pitkällä aikavälillä ja tutkimustulokset on arkistoitu aina vuodesta 1922 lähtien. Usein vanhat pohjatutkimukset ovat yhä käyttökelpoisia, koska rata kulkee edelleen samalla paikalla, jonne se alun perin on rakennettu. Tällöin pohjatutkimusten avulla voidaan saada tietoa esimerkiksi alueen painumista. Monin paikoin uusien pohjatutkimusten luonne onkin tarkentava tai varmistava, jolloin pohjatutkimuksiin pyritään selvittämään mahdolliset olosuhteiden muutokset verrattuna aikaisempien pohjatutkimusten ajankohtaan. Pohjatutkimusarkisto ei kuitenkaan ole täysin kattava ja suuri osa nykyisistä tutkimuksista tehdäänkin alueella, jolta ei ole aikaisemmin tehtyjä pohjatutkimuksia. Taulukossa 1 on esitetty rautateiden perustamis- ja pohjanvahvistamistöitä varten tarvittavia, maarakenteissa käytettäviä pohjatutkimusmenetelmiä ja niillä selville saatavia asioita. Tutkimukset tehdään Suomen geoteknillisen yhdistyksen ohjeiden mukaan. /4/

Taulukko 1. Pohjatutkimusmenetelmät ja niiden soveltuvuus.

Pohjatutkimus- menetelmän pääasiallinen käyttötarkoitus	Selvitettävät seikat	Tiiveydeltaan erilaisten maakerrosten rajat	Maakerrosten tiiviyys likimäärin	Maalajiryhmä	Maakerrosten lujuus likimäärin	Maakerrosten lujuus tarkasti	Maakerrosten kokoontuuvuus	Tiivin pohjamaakerroksen sijainti	Kallion pinnan sijainti	Lyöntipaalojen tavoite- tason arviointi	Pohjaveden pinnan asema ja vaihtelut
Kairausmenetelmät											
Painokairaus	●	●	●	○				○	○	○	
Tärykairaus				○				●	○	○	
Puristinkairaus	●	●	●	●			○	○		○	
Heijarikairaus	○	●	○	○				●	○	●	
Porakonekairaus									●	●	
Siipikairaus						●					
Koekuoppa											
Häiriintyneet näytteet				●			○				
Häiriintymättömät näytteet						●	●				
Laboratoriotutkimukset				●		●	●				
Pohjavedenpinnan mitta											●

RHK:n arkistoidut pohjatutkimustiedot ovat käytettävissä RHK:n suunnittelutöissä ja saatavilla osoitteesta:

Oy VR-Rata Ab  
Suunnitteluosasto  
Vilhonkatu 13  
00100 HELSINKI, puh. 030710

### 1.2.1.1 Painokairaus

Painokairaus on staattinen kairausmenetelmä, jota käytetään ensisijaisesti pehmeikköalueilla. Painokairauksella voidaankin tutkia maakerrosten rajoja ja suhteellista tiiviyyttä sekä arvioida kitkapaalujen kantavuutta.

Painokairaus on muuttunut koneellistumisen myötä. Aina 1960-luvun lopulle ja vielä osittain 1970-luvun alussa painokairaus tehtiin käsin, jolloin kairaa painettiin aluksi maahan kuormittamalla kairatankoa kuormitussarjalla 0.05, 0.15, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 kN. Kun kairaa ei enää saatu tunkeutumaan maahan 1.00 kN kuormituksella, kairaa alettiin kiertää. Maakerrokset, joita ei kiertämälläkään saatu läpäistyä, voitiin yrittää läpäistä kairaa lyömällä.

Kairauskalustojen kehittyessä otettiin aluksi käyttöön moottorikairat ja myöhemmin hydraulikairat. Molemmissa kairatankoja kierrettiin konevoimalla, mutta tankoja kuormitettiin irtopainoilla tai kairauskoneen ja kairaajan yhteisen painon avulla, jolloin kairatankojen kuormitus luettiin kuormitusmittarista. Aluksi kairausvastuksena kirjattiin kairan painuma kullakin kuormituksella tai painuma 25 puolikierrosta kohti. Nykyään kairausvastus kirjataan kairan kiertämisen osalta puolikierrosten lukumääränä 0,2 m tunkeutumaa kohti.

Nykyisin painokairausta tehdään pääsääntöisesti hydraulisen kairavaunun avulla, jolloin kairatankojen kuormitus ja kiertäminen tapahtuu kairavaunun hydrauliiikan avulla. Kairatangot olivat aina 1960-luvun loppupuolelle halkaisijaltaan 16 mm, jolloin halkaisijaksi vaihtui 20 mm. Nykyisin halkaisija on 22/25 mm. Tangon vahvuudella on suuri vaikutus havaittuun kairausvastukseen.

Usein kairavaunuun on yhdistettynä myös muita kairausmenetelmiä kuten esimerkiksi heijarikairaus. Painokairaus on edelleenkin nykyisessä muodossaan varsin paljon käytetty pohjatutkimusmenetelmä.

### 1.2.1.2 Tärykairaus

Tärykairaus on dynaaminen kairausmenetelmä, joka soveltuu tiiviiden karkearakeisten maakerrosten tai moreenikerrosten yläpinnan varmistamiseen. Tärykairauksilla voidaan myös varmistaa, että kallion pinta ei ole tiettyä tasoa ylempänä. Kallion pinnan tason määrittämiseen tärykairaus ei sovellu erityisen hyvin, koska tärykairalla ei usein pystytä läpäisemään tiiviitä karkearakeisia maakerroksia tai moreenikerroksia. Tärykairauksen käyttöä pitäisikin välttää, koska sillä saatu tieto maaperästä on vähäistä.

### ***1.2.1.3 Puristinkairaus***

Puristinkairaus on staattinen kairausmenetelmä, joka soveltuu ensisijaisesti pehmeiden ja löyhien maakerrosten konsistenssin ja tiiviiden tutkimiseen. Kairaustulosten perusteella voidaan tehdä päätelmiä maalajista maakerrosrajojen määrittämiseksi. Puristinkairaus soveltuu myös maakerrosten kokoonpuristuvuuden ja leikkauslujuuden arviointiin. Puristinkaira ei tunkeudu kovaan tai kiviseen maaperään ja sen vuoksi puristinkairausta tehdään yleensä yhdessä jonkin toisen kairausmenetelmän esimerkiksi heijarikairauksen kanssa.

Puristinheijarikairauksessa puristinkairausosuus ei vastaa tässä esitettyä puristinkairausta, mikä on otettava huomioon kairaustulosten tulkinnessa.

Puristinkairan kärki on kartiomainen kärkikulman ollessa 60°. Kärjen poikkileikkauspinta-ala on 10 cm<sup>2</sup> (d=35,7 mm). Kärkikappaletta puristetaan tankojen avulla maahan tasaisella 20 mm/s nopeudella. Kärkikappaleeseen voi liittyä halkaisijaltaan kärkikappaletta vastaava kitkahylsyosa. Kitkahylsyä ja kärkeä voidaan puristaa maahan joko yhdessä tai erikseen, jolloin voidaan mitata kairan kärki- ja vaippavastus.

### ***1.2.1.4 Heijarikairaus***

Heijarikairaus on dynaaminen kairausmenetelmä, joka soveltuu käytettäväksi ensisijaisesti karkearakeisten maiden tai moreenien kerrosrajojen sekä eri kerrosten tiiviysvaihteluiden määrittämiseen. Heijarikairauksella voidaan arvioida paalujen tavoitetasoa. Pehmeistä maakerroksista heijarikairaus antaa niukasti tietoa, mutta pehmeiden maakerrosten alapuolisten tiiviiden kerrosten tutkimiseen heijarikairaus soveltuu hyvin.

Heijarikairausvastuksen perusteella voidaan myös arvioida paalujen geoteknistä murtokuormaa karkearakeisessa maakerroksessa.

Heijarikairauksessa kaira tunkeutuu maahan kairatangon yläpään kohdistetun iskun avulla. Nykyään käytetään vapaapudotusheijarikairoja, joissa on 63,5 kg heijari. Pudotuskorkeus on 0,5 m. Heijarikairauksessa kairatankojen halkaisija on 32 mm. Kairan kärki on poikkileikkaukseltaan ympyrä, jonka halkaisija on 45 mm ja kärkikulma 90°. Kairausvastus ilmoitetaan lyöntien määränä kairan 0,2 m tunkeutumaa kohti.

### ***1.2.1.5 Porakonekairaus***

Kairausmenetelmä soveltuu maaperän lohkaraisuuden sekä kalliopinnan sijainnin varmistamiseen. Kalliopinta tai kalliota vastaava lohkarie voidaan katsoa varmistetuksi, kun porakonekairauksella on tunkeuduttu ehjään kiveen 3 m.



### 1.2.1.6 Siipikairaus

Hienorakeisen tai eloperäisen maakerroksen suljettu leikkauslujuus määritetään siipikairauksilla. Kairauksen perusteella voidaan määrittää myös maan sensitiivisyys, joka saadaan suljetun leikkauslujuuden ja häirityn leikkauslujuuden suhteena.

Siipikairaus tehdään upottamalla tutkittavaan maakerrokseen kairatankojen ja suojaputken avulla nelilapainen siipi. Määräsyvyyteen upotuksen jälkeen siipeä aletaan kiertää pystyakselinsa ympäri tasaisella nopeudella 0,1°/s. Vääntämiseen tarvittavan momentin maksimiarvo mitataan. Tästä saatavaa leikkauslujuutta on redusoitava vesipitoisuuden perusteella mitoitusleikkauslujuuden saamiseksi. Vääntömomentin maksimin jälkeen siiven vääntämistä jatketaan 20 täyttä kierrosta nopeudella 1 kierros/1-2 s. Tämän jälkeen mitataan häirittyä lujuutta vastaava maksimimomentti vastaavalla tavalla kuin häiriintymätöntä lujuutta vastaava maksimimomentti.

### 1.2.1.7 Näytteenotto

Laboratoriossa tehtäviä tutkimuksia varten otetaan häiriintyneitä ja häiriintymättömiä näytteitä. Häiriintyneessä näytteessä maan sisäinen rakenne on rikkoutunut, vaikka kaikki alkuperäiset maan aineosat ovat edelleen näytteessä. Häiriintymättömän näytteen otossa tapahtuneet maan sisäisen rakenteen muutokset ovat siinä määrin vähäisiä, että näytteen katsotaan edustavan luonnontilaista maakerrosta.

Häiriintyneiden näytteiden otto tapahtuu joko koekuopasta tai painokairan kierre-, lapio- tai pienoismäntäottimella. Heijarikairaan sopivia häiriintyneen näytteen ottimia ovat mäntäottimet tai ns. sydännäyteottimet, joista sydännäyteottimet soveltuvat erityisesti karkearakeisista maakerroksista tapahtuvaan näytteenottoon.

Häiriintymättömät näytteet otetaan koekuopasta tai näytteenottoreiästä, josta näytteet otetaan mäntäottimien avulla näytteenottolieriöihin. Näyte otetaan sen jälkeen, kun näytteenotin on painettu tarvittavaan syvyyteen siten, että mäntä lukitaan liikkumattomaksi ja samanaikaisesti näytesylinteriä painetaan alaspäin, jolloin maalieriö tunkeutuu näytteenottoputkeen.

### 1.2.1.8 Pohjavesihavainnot

Pohja- ja orsivedenpinnan korkeus ja korkeusvaihtelu mitataan pohjatutkimusten yhteydessä silloin, kun pohjarakentaminen voi alentaa pohjavettä tai kun suunnitelman lähtökohdaksi tarvitaan tarkkaa tietoa pohjavedenpinnan korkeudesta ja sen vaihteluista. Yleisluontoisia havaintoja pohjaveden asemasta voidaan saada vesistöjen, ojien ja kaivojen vedenpinnasta. Varsinainen pohjavedenpinnan havainnointi tehdään pohjaveden havaintoputken avulla, jonka siiviläosa on pohjavedenpinnan alapuolella hyvin vettä johtavassa maakerroksessa. Pohjavedenpinnan korkeushavainnot on tehtävä riittävän pitkällä aikavälillä, jotta alueen pohjaveden pinnan vaihtelut sekä veden ylin ja alin korkeus tulevat havaituiksi. Koska pohjavesihavainnot ovat harvoin riittävän

monivuotisia pohjaveden pinnan vaihtelujen selvittämiseksi, pohjaveden ylin ja alin pinta on arvioitava käyttäen hyväksi tietoja pohjasuhteiltaan samankaltaisten alueiden pohjaveden pintojen vaihteluista. Pohjaveden pinnan tarkkailua varten tehdyt havaintoputket säilytetään, koska tarkkailua voidaan tarvittaessa joutua tekemään myös työn aikana ja usein sen jälkeen työkohtaisessa työselityksessä määrätyn ajan.

Pohjaveden pinnan pysyvä tai tilapäinen työnaikainen alentaminen edellyttää laajan pohjavesien hallinnan suunnittelua. Tätä varten voidaan joutua tekemään koepumppaus, joka tehdään aina erillisen rakennuttajan hyväksymän suunnitelman mukaisesti.

### 1.2.2 Tutkimusten esittäminen

Pohjatutkimuksista esitetään pohjatutkimusselostus, jossa viitataan pohjatutkimuspiirustuksiin sekä muihin tarpeellisiin liitteisiin ja selvityksiin. Pohjatutkimusselostus esitetään työkohtaisen työselityksen alkuosassa. Laadituista pohjatutkimuspiirustuksista on selkeästi käytävä ilmi rakennuspaikan pohjasuhteet sekä muut pohjarakentamiseen vaikuttavat maasto- ja ympäristötekijät. Pohjatutkimusselostuksessa arvioidaan piirustusten perusteella tutkimusten soveltuvuus ja riittävyys sekä tarkastetaan tehdyt pohjasuhteiden yleistyks.

Pohjatutkimuspiirustusten esittämisessä suositellaan noudatettavaksi soveltuvin osin seuraavia mittakaavoja:

Pohjatutkimuskartta	1:100, 1:200, 1:500 tai 1:1000
Pituusleikkaukset	1:100 tai 1:200
Poikkileikkaukset	1:100 tai 1:200

Jos pohjasuhteiden vaihtelut eivät ole suuria, voidaan pituusleikkauksissa käyttää typistettyä 1:200, 1:500 tai 1:1000 pituusmittakaavaa.

Jyrkästi vaihtelevissa pohjasuhteissa ja niissä kohdin, missä perustamis- ja vahvistamistyöt ovat erittäin vaativia, pohjatutkimusasemapiirustus suositellaan esitettäväksi samassa mittakaavassa kuin pohjatutkimusleikkaukset.

Poikkileikkauksien katselusuunta on kasvavien ratakilometrien suuntaan. Pituusleikkauksissa katselusuunta on poikkileikkauksien katselusuuntaan nähden oikealta vasemmalle. Pituusleikkaukset esitetään siten, että ratakilometrit kasvavat vasemmalta oikealle. Pohjatutkimuspiirustusten merkinnöissä noudatetaan julkaisussa "Pohjarakennusohjeet 1988" esitettyjä pohjatutkimusmerkintöjä.

/5/

Kirjallisten tulosteiden lisäksi pohjatutkimusaineisto toimitetaan rakennuttajalle tallennettuna digitaalisessa muodossa. Pohjatutkimustietojen digitaalisen tallenteen muodon tulee olla yhteen sopiva Teklan tallennusmuodon kanssa.

### 1.2.3 Mittaukset

Mittaustöistä laaditaan mittaussuunnitelman osana työ- ja laatusuunnitelmaa. Mittaussuunnitelmassa esitetään mittauskalusto, kaluston kalibrointi, työntekijät (alakohtainen koulutus ja kokemus) ja käytettävät mittausmenetelmät. Mittaussuunnitelmassa on otettava huomioon työkohtaisessa työselityksessä esitetyt vaatimukset ja paikalliset olosuhteet.

Kaikki maastoon sijoitettavat paalut, korkeusmerkit yms. asetetaan siten, että ne eivät häiritse rakennustöitä eivätkä tuhoudu sen takia, ja että ne säilyttävät oikean korkeusaseman ja oikean paikan koko työn ajan. Paaluissa yms. olevien merkintöjen on oltava yksiselitteisiä.

Käytettävä koordinaatisto, korkeusjärjestelmä ja lähtöpistetiedot esitetään työkohtaisessa työselityksessä. Vaaituksissa, mittauksissa ja maastomalleissa käytetään Teklan tallennusmuodon kanssa yhteensopivaa tallennusmuotoa.

Mittaustöiden tekninen toteuttaminen ja tarkkuusvaatimukset on esitetty RAMOn osassa 2 "Radan geometria". /2/



### 1.3 LAADUNVARMISTUS

Laadunvarmistuksella osoitetaan, että käytettävät materiaalit ja rakenteet ovat työkohtaisen työselityksen vaatimusten mukaisia. Laadunvarmistus tehdään osana työ- ja laatusuunnitelmaa. Laadunvarmistuksen tulokset kootaan kelpoisuuskirjaksi, joka luovutetaan työn päätyttyä rakennuttajalle.

#### 1.3.1 Rakennustuotteet ja -materiaalit

##### 1.3.1.1 Teolliset tuotteet

Teollisten rakennusosien ja -materiaalien, kuten betoni- ja muovikaivojen ja -putkien sekä kuitukankaiden, kelpoisuus osoitetaan tyyppimerkinnöin, toimitusasiakirjoin ja tutkimustuloksin työkohtaisessa työselityksessä tai RMYTL:n osissa osoitettuihin väleihin.

##### 1.3.1.2 Maa- ja kiviainekset

Maa- ja kiviainesten määritettävät ominaisuudet sekä määritysjaksot esitetään työkohtaisessa työselityksessä tai RMYTL:n osissa.

Seuraavassa on esitetty lyhyesti eräitä keskeisiä ominaisuuksien määrittämismenetelmiä. Koemenettelyt on esitetty Tielaitoksen julkaisussa "Rakentamisen laadunvarmistus. Alusrakenne ja päällysrakenteen sitomattomat kerrokset". /6/

##### *Rakeisuus*

Rakeisuus on tärkein kivimateriaalin laadun arviointiperuste. Se on myös tärkein maalajin nimitysperuste.

Rakeisuudella tarkoitetaan erisuuruisten rakeiden suhteellista painojakautumaa maanäytteessä. Rakeiden  $>0.074$  mm jakautuma määritetään seulomalla ja tätä pienempien areometrillä. Kivi- ja lohkarepitoisuus arvioidaan muilla menetelmillä.

##### *Proctor-koe*

Proctor-kokeella selvitetään tiiviyyden ja vesipitoisuuden välistä riippuvuutta. Kokeella määritetään materiaalin maksimikuivatilavuuspaino ja optimivesipitoisuus. Suomessa koe tehdään ns. parannettuna Proctor-kokeena.

Rakenteen tiivistämistyön tulos määritetään tiiviysasteena, jolla tarkoitetaan rakenteesta mitatun kuivatilavuuspainon suhdetta Proctor-kokeella määritettyyn maksimikuivatilavuuspainoon.

### *Vesipitoisuus*

Vesipitoisuudella tarkoitetaan maa- tai kiviaineksessa olevan veden ja kiinteän maa-aineksen massojen suhdetta. Pitoisuus ilmoitetaan painoprosenteina kuivapainosta.

Vesipitoisuus määritetään tavallisimmin laboratoriossa kuivatusmenetelmällä. Kenttäolosuhteissa nopeiden mittausten tekemiseen käytännöllinen mittaussuunnitelma on karbidometrimenetelmä.

## **1.3.2 Valmiit rakenteet**

### **1.3.2.1 Yleistä**

Valmiiden rakenteiden sallitut poikkeamat suunnitellusta korkeusasemasta, sijainnista, leveydestä, paksuudesta sekä kantavuudesta, tiiveydestä ja lujuudesta esitetään RMYTL:n osissa. Niistä voidaan poiketa työkohtaisen työselityksen mukaisesti.

Rakenteiden laadunvalvontamittaukset tehdään RMYTL:n osissa osoitetuin tai työkohtaisessa työselityksessä tarkennetuin välein.

Seuraavassa on esitetty lyhyesti täyttöjen laadunvalvonnassa käytettäviä kantavuus- ja tiiviysmittausmenetelmiä sekä valvontakairauksia. Menetelmäkuvaukset ja laskukaavat on esitetty Tielaitoksen julkaisussa "Rakentamisen laadunvarmistus. Alusrakenne ja päällysrakenteen sitomattomat kerrokset". /6/

Erikoisrakenteiden laadunvalvonta, kuten lyöntipaalujen staattinen tai dynaaminen kantavuus- ja ehjyysmittaus, tehdään aina työkohtaisen työselityksen mukaan.

### **1.3.2.2 Kantavuusmittaukset**

#### *Levykuormituskoe*

Levykuormituskoe on staattinen koemenetelmä, jolla selvitetään rakenteen kantavuutta. Kokeessa kuormitetaan mitattavaa rakennetta pyöreän teräslevyn (halkaisija yleensä 300 mm) välityksellä käyttäen tietyn suuruisia kuormituksia. Kantavuutta kuvaavat arvot lasketaan levyn painuman sekä kuormituksen perusteella.

#### *Pudotuspainolaite*

Pudotuspainolaite on dynaaminen mittauslaite, jolla mitataan rakenteen kantavuutta.

Pudotuspainolaite on tyypiltään joko raskas (ajoneuvovetoinen) tai kevyt (kannettava). Kevyt laite soveltuu hyvin putkikaivantojen ym. ahtaiden ja hankalasti saavutettavien paikkojen mittauksiin.



Mittauksessa pudotetaan laitteessa olevaa painoyksikköä tietyltä korkeudelta. Painoyksikön massa sekä pudotuskorkeus voivat olla muutettavia. Laite tai siihen liitetty tietokone ilmoittaa suoraan kantavuusarvon. Ensimmäisellä pudotuksella tapahtuu yleensä mitattavan alustan tiivistymistä, joten sen antama tieto ei ole luotettavaa. Tämän takia yksi mittaus sisältää kaksi tai useampia kuormituksia (pudotuksia).

Koska vaaditut kantavuusarvot ilmoitetaan levykuormituskokeesta saatavina arvoina, pudotuspainolaitteen antamien arvojen korrelointi levykuormituskokeeseen tulee aina tarkistaa.

### **1.3.2.3 Tiiviysmittaukset**

#### *Volymetrikoe*

Volymetrikokeiden avulla määritetään maa- tai kiviaineksen tilavuuspaino rakenteessa tiiviysasteen laskemista varten.

Volymetrikokeessa rakenteesta otetaan näyte ja sen tilavuus mitataan näytteenottokuopasta. Menetelmällä määritetään yleensä rakenteen pintakerroksen tilavuuspaino.

Volymetrikokeet nimetään näytteenottokuopan tilavuuden mittausmenetelmän mukaan:

- vesivolymetrikokeet (mäntä- ja sylinterivesivolymetrit)
- hiekkavolymetrikokeet.

Vesivolymetrikoe ei sovellu käytettäväksi karkearakeisessa maassa. Hiekkavolymetrikoe soveltuu kaikkien karkeiden ja kivisten maarakenteiden tutkimiseen. Hiekkavolymetrikoe voidaan tehdä vain kuivalla säällä.

#### *Säteilymittauslaitteet*

Maa- tai kiviainesrakenteen tilavuuspaino voidaan määrittää myös radiometrisin menetelmin. Menetelmä perustuu radioaktiivisen säteilylähteen aiheuttaman säteilyn siroamiseen ja vaimenemiseen maaperässä.

Laitteiston käytössä noudatetaan valmistajan ohjeita. Suomessa on yleisesti käytössä Troxler-merkkinen laite.

#### *Itsemittaavat jyrit*

Tiiviiden mittauslaitteistolla varustettujen jyrien käyttö on suositeltavaa. Niiden käytöllä voidaan korvata osa muilla menetelmillä tehtävistä tiiviysmittauksista.

Laitteiston käytössä noudatetaan valmistajan ohjeita. Saatujen tulosten yhteys tarkkailun antamiin tuloksiin on selvitettävä. Mittauksilla selvitetään erityisesti tiivistyksen tasalaatuisuutta.

#### 1.3.2.4 Tiiviystarkkailu työtapamenetelmällä

Tiiviystarkkailu voidaan tehdä myös työtavan tarkkailuna. Tällöin on tiiviyskokein ensin selvitettävä käytössä oleville tiivistyskoneille työmaan olosuhteisiin sopivat kerrospaksuudet ja yliajokerrat siten, että vaaditut tiiviyydet saavutetaan. Työtapamenettelyn käyttö kirjataan tiivistystyön tarkkailupöytäkirjaan.

#### 1.3.2.5 Valvontakairaukset

Valvontakairausta ei voida yleensä käyttää varsinaiseen tiiviystarkkailuun, kun tavoitteena on määrittää tiiviyden absoluuttinen numeroarvo. Sen sijaan kairaukset soveltuvat paksujen täytekerrosten homogeenisuuden määrittämiseen. Kivisyys aiheuttaa kairautuloksissa vaikeuksia. Kairauksia voidaan käyttää pohjarakennustöiden valvontaan taulukon 2 mukaan. /7/

*Taulukko 2. Pohjarakennustöiden valvontakairaukset /7/*

Pohjanvahvistusmenetelmä	Valvontakairaus
massanvaihto	painokairaus
pohjaantäyttö	porakonekairaus
pystyjoitus, esikuormitus	siipikairaus paino-, täry- ja puristinkairaus
syvätiivistys	pressometrikoe, heijarikairaus
syvästabilointi	syvästabilointisondi ja -siipi

## 1.4 MAALAJILUOKITUS

Maalajien luokitusperusteina käytetään geoteknistä maalajiluokitusta (Geoluokitus). Luokitusperusteet ovat geologinen synty tapa, rakeisuus ja humuspitoisuus. /8/

### 1.4.1 Määritelmiä

**Louhe** on kalliosta räjäyttämällä tai rusnaamalla irrotettua murskaamatonta kiviainesta. Louheeksi voidaan lukea myös lohkaraiten rikkomisesta syntyvä kiviaines.

**Murske** (lyhennys **M**) on louheesta, lohkaraita, sorasta tai moreenista murskaamalla valmistettujen kiviainestuotteiden yhteisnimitys. Yleensä valmistukseen liittyy myös seulonta. Tarvittaessa murskatut tuotteet voidaan jakaa seuraavasti /9/:

- **Kalliomurske (KaM)** on louheen murskauksesta saatu murtopintainen kiviaines, jonka rakeisuuden yläraja on määrätty. Kalliomurske ei saa lainkaan sisältää täysin murskaamattomia rakeita.
- **Soramurske (SrM)** on soran tai kivien murskauksesta saatu murtopintainen kiviaines, jossa 6 mm suuremmista rakeista täysin murskaantuneita rakeita on vähintään 30 paino-%. Soramurskeen rakeisuuden yläraja on määrätty.
- **Sorasepeli (SrS)** on soramurskeen lajite, josta hienoimmat rakeet on poistettu. Sorasepelin rakeisuuden ala- ja yläraja on määrätty.
- **Kivituhka (KiT)** on kalliomurskeesta erotettua, pienimmät raekoot sisältävää kiviainesta (0...6 mm).

**Pienlouheella** tarkoitetaan joko kalliosta räjäyttämällä ja rusnaamalla irrotettua murskaamatonta kiviainesta tai louheesta ja lohkaraita murskaamalla valmistettua kiviainesta. Pienlouheen maksimiraekoko on 300 mm.

**Sepelillä** tarkoitetaan ainoastaan raidesepeliä. Raidesepeliä koskevat vaatimukset on esitetty ohjeessa "Raidesepelin laatuvaatimukset". /10/

1.4.2 Maalajiryhmät

Maa-aines jaetaan rakeisuuden ja humuspitoisuuden perusteella maalajiryhmiin.

Taulukko 3. Geotekninen maalajiluokitus, maalajiryhmät

Maalajiryhmä	Lyhennys	Ominaisuudet
Eloperäiset maalajit	E	Koostuvat olennaisesti eloperäisestä aineksesta (humusta >20 % pelkän kiviaineksen massasta).
Hienorakeiset maalajit	H	Koostuvat lajittuneesta hienorakeisesta maa-aineksesta. Hienoainepitoisuus (≤0,06 mm) ≥50 %. Humusta ≤20 % pelkän kiviaineksen massasta.
Karkearakeiset maalajit	K	Koostuvat lajittuneesta karkearakeisesta maa-aineksesta. Hienoainespitoisuus <50 %. Humusta ≤20 % pelkän kiviaineksen massasta.
Moreenimaalajit	M	Koostuvat lajittumattomasta, sekä hienoja että karkeita rakeita sisältävästä maa-aineksesta.

1.4.3 Kivennäismaalajien lajitteet

Maalajeja, jotka sisältävät humusta ≤20 % kivennäisaineksen massasta laskettuna, sanotaan kivennäismaalajeiksi. Kivennäismaalajit nimetään 60 mm (64 mm) seulan läpäisseen aineksen mukaan.

Savi- ja siltilajitteista (≤0,06 mm) käytetään yhteisnimitystä hienoaines (Hi).

Taulukko 4. Geotekninen maalajiluokitus, kivennäismaalajien lajitteet ja raekoot

Päälajite		Alalajite	Rakeiden läpimitta, mm
Nimi	Lyhennys		
Savi	Sa		≤0,002
Siltti	Si	Hieno	>0,002...0,06
	hSi	Keskikarkea	>0,002...0,006
	keSi	Karkea	>0,006...0,02
	kaSi		>0,02...0,06
Hiekka	Hk	Hieno	>0,06...2,0
	hHk	Keskikarkea	>0,06...0,2
	keHk	Karkea	>0,2...0,6
	kaHk		>0,6...2,0
Sora	Sr	Hieno	>2,0...60,0
	hSr	Keskikarkea	>2,0...6,0
	keSr	Karkea	>6,0...20,0
	kaSr		>20,0...60,0
Kivet	Ki	Pienet kivet	>60...600
	pKi	Suuret kivet	>60...200
	sKi		>200...600
Lohkareet	Lo		>600



#### 1.4.4 Maalajien nimitykset

Maalajiryhmät jaetaan maalajeihin rakeisuuden ja humuspitoisuuden perusteella. Nämä ovat myös maalajin nimeämisperusteet.

Kivennäismaalajit nimetään savea lukuun ottamatta  $d_{50}$ -menetelmällä: maalaji nimetään sen lajitteen mukaan, jonka alueella rakeisuuskäyrän läpäisyprosentti 50 vastaava raekoko sijaitsee.

Savet nimetään savilajitteen ( $<0,002$  mm) määrän mukaan.

Moreeneiksi kutsutaan jääkauden aikana syntyneitä lajittumattomia kivennäismaalajeja. Moreenimaalajit jaetaan  $d_{50}$ -menetelmällä siltti-, hiekka- ja soramoreeneihin.

Eloperäisiä maalajeja ovat turve ja lieju. Turve sisältää maatumisasteeltaan vaihtelevaa kasvien jätettä. Lieju koostuu kasvi- ja eläinjätteistä sekä hienorakeisista kivennäisaineista ja sen humuspitoisuus on yli 20 %.

*Taulukko 5. Geotekninen maalajiluokitus, maalajit*

Maalajiryhmä	Maalaji	Lyhennys	Raekoko $d_{50}$ , mm	Lajitepitoisuus, paino-%		
				Savi $<0,002$ mm	Hienoaines $<0,06$ mm	Sora 2...60 mm
Eloperäiset maalajit (E)	Turve Lieju	Tv Lj				
Hienorakeiset maalajit (H)	Savi Siltti	Sa Si	$<0,002$ 0,002... 0,06	$\geq 30$ $<30$	$\geq 50$	$<5$
Karkearakeiset maalajit (K)	Hiekka Sora	Hk Sr	0,06...2 2...60		$<50$ $<5$	$<50$ $\geq 50$
Moreeni- maalajit (M)	Silttimoreeni Hiekkamoreeni Soramoreeni	SiMr HkMr SrMr	$<0,06$ 0,06...2 $>2$		$>50$ 5...50 $\geq 5$	$\geq 5$ 5...50 $>50$

#### 1.4.5 Maalajinimien tarkennus

Maalajien nimiä tarkennetaan niiden ominaisuuksia kuvaavilla lisämääreillä, jotka merkitään täydennyssanana päämaalajin nimen eteen.

Eloperäisissä maalajeissa kuvataan turpeen puisuutta taulukossa 6 esitetyllä tavalla.

Taulukko 6. Turvemaalajien puisuus

Nimitys	Lyhennys	Kantojen ja puujätteiden määrä, tilavuus-%
Puuton	Pu 1	≤ 10
Puinen	Pu 2	>10...30
Runsaspuinen	Pu 3	>30

Jos hienorakeisen maalajin humuspitoisuus on kiviaineksen kuivapainosta

- 2...6 paino-%, maalajin nimi on liejuinen savi (ljSa) tai liejuinen siltti (ljSi)
- 6...20 paino-%, nimi on savinen lieju (saLj) tai silttinen lieju (siLj)
- >20 paino-%, kyseessä on pelkkä lieju (Lj).

Savilajitteen (<0,002 mm) määrä vaikuttaa maalajin nimenmääritykseen seuraavasti:

- jos savilajitetta on <10 %, ei savea mainita lainkaan
- jos savilajitetta on 10...30 %, maalaji saa lisänimen savinen (sa) ja kysymyksessä on yleensä savinen siltti (saSi)
- jos savilajitetta on 30...50 %, maalaji on laiha savi (laSa)
- jos savilajitetta on >50 %, nimityksenä on lihava savi (liSa).

Karkearakeiset maalajit sekä siltti saavat lisämääreen naapurilajitteen (paitsi saven) nimestä, jos sitä on yli 30 % koko maa-aineksen kuivapainosta.

Taulukko 7. Siltti-, hiekka- ja soramaalajien lisämääreet

Nimitys	Lyhennys	Selitys
Hiekkainen siltti	hkSi	siltin hiekkapitoisuus 30...50 %
Silttinen hiekka	siHk	hiekan silttipitoisuus 30...50 %
Sorainen hiekka	srHk	hiekan sorapitoisuus 30...50 %
Hiekkainen sora	hkSr	soran hiekkapitoisuus 30...50 %

Jos maalaji saisi edellä esitetyn perusteella kaksi lisämäärettä, sitä luonnehditaan vain hienorakeisemman lajitteen avulla. Jos esimerkiksi siltissä on savea yli 10 % ja samanaikaisesti hiekkalajitetta yli 30 %, nimityksenä on savinen siltti (saSi).

Myös moreenimaalajeja on toisinaan tarpeellista kuvata siltti-, hiekka- ja sorapitoisuuden perusteella. Lisämääre annetaan, kun naapurilajitetta on vähintään 30 %.

Taulukko 8. Moreenimaalajien lisämääreet

Nimitys	Lyhennys	Selitys
Hiekkainen silttimoreeni	hkSiMr	silttimoreenin hiekkapitoisuus >30 %
Silttinen hiekkamoreeni	siHkMr	hiekkamoreenin silttipitoisuus >30 %
Sorainen hiekkamoreeni	srHkMr	hiekkamoreenin sorapitoisuus >30 %
Hiekkainen soramoreeni	hkSrMr	soramoreenin hiekkapitoisuus >30 %

Taulukko 9. Maalajien raekokosuhteita vastaavat nimitykset

Raekokosuhte $C_u = d_{60}/d_{10}$	Maalajin nimitys
<5	tasarakeinen
5...15	sekarakeinen
>15	suhteistunut

Turpeiden maatuneisuudesta käytetään taulukon 10 mukaisia nimityksiä.

Taulukko 10. Turpeiden maatuneisuus

Nimitys	Lyhennys	Maatumisaste H (v.Post)
Raakaturve	RTv	H1...H3
Keskinkertaisesti maaton turve	KTv	H3...H6
Maaton turve	MTv	H6...H10

Edellä esitetyistä luokituksista ja lisämääreistä riippumatta karkearakeisten maalajien moreenikivisyyttä ja lohkaraisuutta luonnehditaan niiden sisältämien kivien ja lohkaroiden suhteellisen määrän avulla (taulukot 11 ja 12).

Taulukko 11. Karkearakeisten maalajien ja moreenien kivisyys

Nimitys	Lyhennys	Kivisyys, paino-% (>60...600 mm)
Kivetön	Ki 1	≤10
Kivinen	Ki 2	>10...30
Runsaskivinen	Ki 3	>30

Taulukko 12. Karkearakeisten maalajien ja moreenien lohkaraisuus

Nimitys	Lyhennys	Lohkaraisuus, paino-% (>600 mm)
Lohkareeton	Lo 1	≤10
Lohkareinen	Lo 2	>10...30
Runsaslohkareinen	Lo 3	>30

Jos maakerroksessa on kiviä (60...600 mm) yli 50 %, sitä sanotaan kivikoksi (Ki). Vastaavasti maakerrosta, jossa on lohkaraita (>600 mm) yli 50 %, sanotaan louhikoksi (Lo). Kivistä soraa, jossa kiviä on 10...50 %, kutsutaan someroksi.

Karkearakeisten luonnontilaisten maakerrosten tiiviyyttä ilmaistaan kuivatilavuuspainon perusteella. Tiiviyyttä luonnehditaan taulukon 13 mukaisin nimityksin



Taulukko 13. Karkearakeisten maalajien tiiviys

Nimitys	Kuivatilavuuspaino $\gamma_d$ , kN/m <sup>3</sup>			
	Hiekkainen siltti	Hiekka	Sora	Moreeni
Löyhä	<14	<16	<18	<19
Keskitiivis	14...16	16...18	18...20	19...21
Tiivis	>16	>18	>20	>21

Hienorakeisten luonnontilaisten maakerrosten lujuutta voidaan kuvata suljetun leikkauslujuuden  $s_u$  avulla.

Taulukko 14. Hienorakeisten maalajien rakenteellinen lujuus

Nimitys	Suljettu leikkauslujuus $s_u$ , kN/m <sup>2</sup>
Hyvin pehmeä	<10
Pehmeä	10...25
Sitkeä	25...50
Kova	50...100
Hyvin kova	>100

Hienorakeisten luonnontilaisten maakerrosten lujuuden alentumisen eli häiriintymisherkkyyden mittana käytetään niiden sensitiivisyyttä. Sillä tarkoitetaan luonnontilaisen hienorakeisen maakerroksen suljetun leikkauslujuuden suhdetta saman maa-aineksen leikkauslujuuteen silloin, kun sen rakenne on täysin häiritty.

Taulukko 15. Hienorakeisten maalajien sensitiivisyys

Nimitys	Leikkauslujuuksien suhde $S_t$
Vähän sensitiivinen	<10
Kohtalaisen sensitiivinen	10...30
Hyvin sensitiivinen	>30

1.4.6 Kantavuusluokitus

Tie-, pysäköinti- yms. liikennealueilla pohjamaan kantavuus arvioidaan tarvittaessa Tielaitoksen julkaisun ”Rakentamisen laadunvarmistus. Alusrakenne ja päällysrakenteen sitomattomat kerrokset” mukaan. /6/

1.4.7 Routivuuden määrittäminen

1.4.7.1 Arviointi kapillaarisen nousukorkeuden perusteella

Arviointi kapillaarisen nousukorkeuden perusteella on määräävä routivuuden arviointitapa.

Kapillaarisen nousukorkeuden mukaan pohjamaa luokitellaan joko routimattomaksi tai routivaksi. Pohjamaa on routimaton, kun  $\leq 1,0$  m.



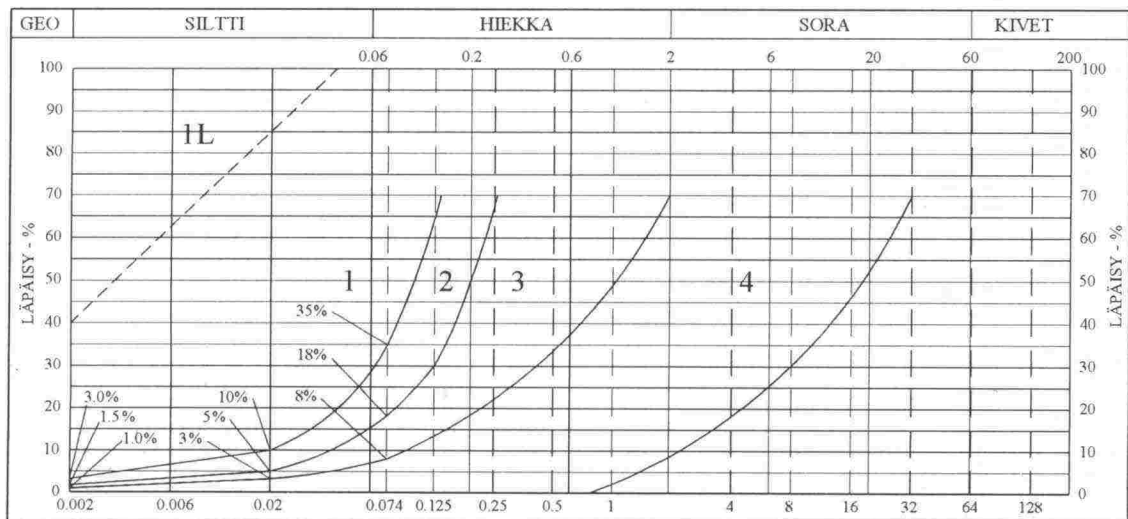
Rakentamiseen käytettävän routimattoman materiaalin kapillaarisen nousukorkeuden on oltava  $\leq 0,7$  m.

Routivuusluokkien rajat vaihtelevat hieman maalajeittain. Savimaalajien routivuuden arviointi tällä menetelmällä ei vastaa tarkasti laboratoriomittauksia.

Murskeiden ja sorien routivuutta ei voida luotettavasti arvioida kapillaarisen nousukorkeuden perusteella.

#### 1.4.7.2 Arviointi rakeisuuden perusteella

Rakeisuuteen perustuvalla luokittelulla maalajit erotellaan routiviin ja routimattomiin. Maalajin routivuus arvioidaan kuvan 1 rakeisuusalueiden avulla. Maalajit, joiden rakeisuuskäyrät sijaitsevat alueella 1, ovat routivia. Maalajit, joiden rakeisuuskäyrät sijaitsevat alueilla 2, 3 tai 4, ovat routimattomia, elleivät käyrien alapää päätty vasemmanpuoleisen rajakäyrän yläpuolelle. Maalajit, joiden rakeisuuskäyrät sijaitsevat alueella 1L, ovat lievästi routivia. Rakeisuuskäyrien 0.074 mm läpäisyn alapuolinen alue (kohdat 0.02 ja 0.002 mm) on routivuuden kannalta merkittävä.



Kuva 1. Maalajin routivuuden arviointi rakeisuuden perusteella.

**VIITTEET**

- /1/ Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset RMYTL. Ratahallintokeskus 1998–.
- /2/ Ratateknilliset määräykset ja ohjeet RAMO. Ratahallintokeskus 1978–.
- /3/ Läjitysalueen suunnittelu. Läjitysalueohje. TIEL 2110014. Tielaitos, Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka 1999.
- /4/ Kairausoppaat I-V. Suomen geoteknillinen yhdistys r.y. Rakentajain Kustannus Oy 1972-1980.
- /5/ Pohjarakennusohjeet 1988. RIL 121-1988. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. 1988.
- /6/ Rakentamisen laadunvarmistus. Alusrakenne ja päällysrakenteen sitomattomat kerrokset. TIEL 2220003. Tielaitos, Geokeskus, Valvonta ja laadunvalvonta 1994.
- /7/ Pohjarakennustöiden valvontaohjeet. PRV-84. Suomen geoteknillinen yhdistys r.y. Rakentajain Kustannus Oy 1984.
- /8/ Korhonen, K.-H., Gardemeister, R., Tammirinne, M.. Geotekninen maaluokitus. VTT Geotekniikan laboratorio, tiedonanto 14, Otaniemi 1974.
- /9/ Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys KT 97. Suomen Kuntaliitto 1997.
- /10/ Raidesepelin laatuvaatimukset. VR-Rata Oy, Suunnitteluosasto, Helsinki 1995.

- 1 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 6 Kalliorakennustyöt
- 2 Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset (korvattu C 1-julkaisulla 10.2.2000)
- 3 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 4 Kuivatustyöt
- 4 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 3 Perustamis- ja vahvistamistyöt
- 5 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 5 Maaleikkaus- ja pengerrystyöt
- 6 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)  
Osa 2 Alustavat työt

RATAHALLINTOKESKUS  
KAIVOKATU 6, PL 185  
00101 HELSINKI

Lisätietoja: Tekninen yksikkö puh.(09) 5840 5192, sähköposti: sinikka.kiikka@rhk.fi  
Jakelu: VR Kirjapaino, puh. 0307 25874, faksi 0307 25826

ISBN 952-445-040-2  
ISSN 1456-1220